

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Motoki Ohtani
Serial No. : Unassigned
Filed : Herewith
For : FUEL INJECTION CONTROL APPARATUS OF
CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL
COMBUSTION ENGINE

Group Art Unit : To Be Assigned
Examiner : To Be Assigned

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

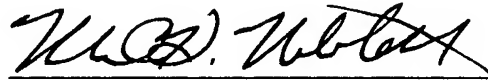
CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

SIR:

Convention Priority from Japanese Patent Application No. 2002-204212 filed on July 12, 2002, was claimed in the Declaration/Power of Attorney filed with the above-referenced application herewith. To complete the claim to the Convention Priority Date of said Japanese Patent Application, a certified copy thereof is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Dated: June 23, 2003



Mark H. Neblett
Registration No. 42,028

KENYON & KENYON
1500 K Street, N.W., Suite 700
Washington, DC 20005
Tel: (202) 220-4200
Fax: (202) 220-4201

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-204212

[ST.10/C]:

[JP2002-204212]

出 願 人

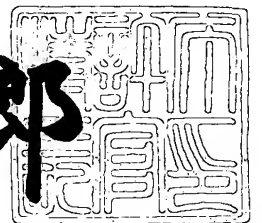
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 4月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3030070

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20020139

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/06

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社
内

【氏名】 大谷 元希

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車 株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710232

【包括委任状番号】 0101646

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高圧燃料ポンプから供給された加圧燃料を筒内に直接噴射する主燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する補助燃料噴射弁とを備え、機関始動時に前記主燃料噴射弁に加え前記補助燃料噴射弁からも燃料噴射を行うようにした筒内噴射式内燃機関に適用され、機関始動時、前記主燃料噴射弁に供給される燃料圧力が所定値以上になったことを条件に、前記主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置において、

前記燃料圧力に関係するパラメータに基づき、前記補助燃料噴射弁の噴射燃料が筒内に到達するまでの期間になされる前記主燃料噴射弁の燃料噴射にともなって、その期間に前記燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かを予測する予測手段と、

上記条件が成立した後、前記期間に前記燃料圧力が前記許容値よりも低くならない旨が前記予測手段により予測されたとき、前記主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する噴射開始手段と

を備えることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、筒内に直接燃料を噴射する主燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する補助燃料噴射弁とを備え、機関始動時には主燃料噴射弁に加え、補助燃料噴射弁からも燃料噴射を行うようにした筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

機関燃焼室内（筒内）に燃料を直接噴射する筒内噴射式内燃機関の一形態として、筒内噴射用の主燃料噴射弁に加え、吸気通路内に燃料を噴射する補助燃料噴射弁を備え、機関始動時には主燃料噴射弁に加えて補助燃料噴射弁からも燃料を

噴射するものが知られている（例えば特開平 1 0 - 1 8 8 8 4 号公報参照）。この内燃機関では、機関始動に必要な燃料の一部が補助燃料噴射弁から噴射される。この噴射燃料は、吸気通路内を流れる吸入空気と十分に混合し、気化した後に機関燃焼室に導入される。そのため、こうした補助燃料噴射弁による燃料噴射を行うことにより、筒内噴射式内燃機関であっても良好な機関始動性を確保することが可能となる。

【 0 0 0 3 】

ところで、前述した筒内噴射式内燃機関では、筒内圧に抗して主燃料噴射弁から燃料を噴射させるために、燃料を機関駆動式の高圧燃料ポンプを用いて高圧に加圧して主燃料噴射弁に供給するようにしている。

【 0 0 0 4 】

しかし、機関始動時、特に始動開始直後は、高圧燃料ポンプによる燃料の加圧が十分になされないことから、主燃料噴射弁に供給される燃料圧力が低く、主燃料噴射弁からの噴射燃料の微粒化が不十分となる。加えて、前記燃料圧力の低下にともない主燃料噴射弁による単位時間当たりの噴射量が少なくなることから、圧力低下のない場合と同量の燃料を噴射しようとするに燃料噴射時間を長くすることになる。このために燃料噴射開始時期を吸気上死点又はその近くに早めると、ピストンが主燃料噴射弁に接近したときに燃料が噴射され、ピストン頂面に燃料が付着する。機関始動時にはピストン頂面の温度が低いことが多く、付着した燃料の気化が促進されにくいため、ピストン頂面に付着する燃料の量は徐々に増大して液状のまま蓄積される。そして、ピストン頂面に付着した燃料の不完全燃焼にともない黒煙が排出され、始動時の排気エミッションが悪くなる。

【 0 0 0 5 】

これに対しては、例えば特開平 1 1 - 2 7 0 3 8 5 号公報に示されるように、燃料圧力が所定値以上になったことを条件に、主燃料噴射弁からの燃料噴射を開始することが考えられる。この技術によると、燃料の微粒化の悪化を抑制するとともに、ピストン頂面への燃料付着を少なくして黒煙の排出を抑制することが可能となる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、極低温では燃焼に寄与する燃料が少ないことから、始動に際して特に多量の燃料が要求される。こういった状況では、高圧燃料ポンプから吐出される燃料量よりも燃料噴射弁から噴射される燃料量が多くなり、燃料噴射開始後に燃料圧力の低下を招く。

【0007】

これに対し、前述した吸気通路内に補助燃料噴射弁を備えているものにおいて、要求される燃料量を補助燃料噴射弁により分担できることから、主燃料噴射弁からの燃料噴射量を低減することができ、燃料圧力の低下を抑制することはできる。しかしながら、補助燃料噴射弁から噴射された燃料が筒内に流入するまでには時間を要することから、この期間には補助燃料噴射弁による分担がなく、やはり主燃料噴射弁に多くの燃料噴射が要求される。そのため、補助燃料噴射弁からの噴射燃料が流入するまでの期間に燃料圧力が大きく低下してしまい、排気エミッションを抑制する効果が十分得られない。

【0008】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、補助燃料噴射弁からの噴射燃料が筒内に到達するまでの期間に燃料圧力が大きく低下することによる排気エミッションの悪化を抑制することのできる筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

請求項1に記載の発明では、高圧燃料ポンプから供給された加圧燃料を筒内に直接噴射する主燃料噴射弁と、吸気通路に燃料を噴射する補助燃料噴射弁とを備え、機関始動時に前記主燃料噴射弁に加え前記補助燃料噴射弁からも燃料噴射を行うようにした筒内噴射式内燃機関に適用され、機関始動時、前記主燃料噴射弁に供給される燃料圧力が所定値以上になったことを条件に、前記主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記燃料圧力に関係するパラメータに基づき、前記補助燃料噴射弁の噴射燃料が筒内に到

達するまでの期間になされる前記主燃料噴射弁の燃料噴射にともなって、その期間に前記燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かを予測する予測手段と、上記条件が成立した後、前記期間に前記燃料圧力が前記許容値よりも低くならない旨が前記予測手段により予測されたとき、前記主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する噴射開始手段とを備えている。

【 0 0 1 0 】

上記の構成によると、筒内噴射式内燃機関の始動時において、補助燃料噴射弁から吸気通路に燃料（補助燃料）が噴射される。この補助燃料は空気と混ざり合って混合気となり、吸気通路を通過した後、筒内に流入する。

【 0 0 1 1 】

ところで、機関始動時、特に始動開始直後には高圧燃料ポンプによる燃料の加圧が十分になされない。これに対し、請求項 1 に記載の発明では、前述したように、加圧燃料の燃料圧力が所定値以上になったことを条件に、主燃料噴射弁からの燃料（主燃料）の噴射が開始される。このため、燃料圧力の低い燃料が主燃料噴射弁から噴射されることにともなう不具合、すなわち、ピストンへの付着燃料の不完全燃焼により排気エミッションが悪化することが抑制される。

【 0 0 1 2 】

また、極低温での機関始動時には多量の燃料が要求され、高圧燃料ポンプから吐出される燃料量よりも主燃料量が多くなって、燃料噴射開始後に燃料圧力の低下を招く場合がある。ここで、補助燃料が筒内に流入すると、その分主燃料量が少なくてすみ、前記燃料圧力の低下が抑制される。しかし、補助燃料が筒内に流入するまでの期間は、補助燃料による分担がないため、主燃料噴射弁に多量の燃料噴射が要求される。

【 0 0 1 3 】

これに対し、請求項 1 に記載の発明では、主燃料噴射の開始に際し、補助燃料が筒内に到達するまでの期間になされる主燃料の噴射にともなって、その期間に燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かが、予測手段によって予測される。この予測は、燃料圧力に関するパラメータに基づいて行われる。

【 0 0 1 4 】

そして、燃料圧力が所定値以上になって上述した条件が成立した後、予測手段により、前記期間に燃料圧力が許容値よりも低くならない旨が予測されると、噴射開始手段により主燃料の噴射が開始される。すなわち、前記期間において、主燃料噴射により燃料圧力が許容値よりも低くなると予測された場合には、上記条件が成立していても主燃料噴射弁による主燃料の噴射が行われず、その噴射にともなう排気エミッションの悪化が抑制される。

【0015】

また、仮に補助燃料が筒内に到達するまで主燃料を一律に噴射しないようにした場合には、主燃料の噴射開始時期が遅くなる。しかし、請求項1に記載の発明では、前述したように補助燃料が筒内に到達する前に主燃料を噴射する場合もあるため、主燃料の噴射開始時期の遅れを最小限に止めることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した一実施形態について図面に従って説明する。

図1に示すように、車両には、原動機として、筒内に直接燃料噴射を行う筒内噴射式内燃機関である筒内噴射ガソリンエンジン（以下、単にエンジンという）11が搭載されている。このエンジン11は複数の気筒（シリンダ）12を有しており、各シリンダ12内にピストン13が往復動可能に收容されている。各ピストン13は、コネクティングロッド14を介し、エンジン11の出力軸であるクランク軸15に連結されている。各ピストン13の往復運動は、コネクティングロッド14によって回転運動に変換された後、クランク軸15に伝達される。

【0017】

各シリンダ12には、エンジン11の外部の空気を燃焼室16に導くための吸気通路17が接続されている。また、各シリンダ12には、燃焼室16で生じた排気ガスをエンジン11の外部へ導出するための排気通路18が接続されている。エンジン11には、吸気弁19及び排気弁20がそれぞれ往復動可能に設けられている。そして、これらの吸・排気弁19、20の往復動により、吸気通路17及び燃焼室16間、排気通路18及び燃焼室16間がそれぞれ開閉される。

【 0 0 1 8 】

吸気通路 1 7 の途中にはスロットル弁 2 1 が回動可能に設けられている。スロットル弁 2 1 にはステップモータ等のアクチュエータ 2 2 が駆動連結されている。アクチュエータ 2 2 は後述する E C U 5 1 によって制御され、スロットル弁 2 1 を回動させる。吸気通路 1 7 を流れる空気の量は、スロットル弁 2 1 の回動角度に応じて変化する。

【 0 0 1 9 】

エンジン 1 1 には、電磁式の主燃料噴射弁 2 3 が各シリンダ 1 2 に対応して取付けられている。主燃料噴射弁 2 3 にはデリバリパイプ 2 4 が接続されており、このデリバリパイプ 2 4 内の高圧燃料が各主燃料噴射弁 2 3 に分配供給される。また、吸気通路 1 7 においてスロットル弁 2 1 よりも下流のサージタンク 2 5 には、電磁式の補助燃料噴射弁 2 6 が取付けられている。

【 0 0 2 0 】

車両には、前記主燃料噴射弁 2 3 及び補助燃料噴射弁 2 6 に燃料を供給するための燃料供給装置 2 7 が設けられている。燃料供給装置 2 7 は、低圧燃料ポンプ 2 8 及び高圧燃料ポンプ 2 9 を備えている。低圧燃料ポンプ 2 8 は、電動モータ（図示略）によって駆動され、燃料タンク 3 1 内の燃料 3 0 をフィルタ 3 3 を通じて吸引し吐出する。この吐出された燃料の一部は、低圧燃料通路 3 2 を通じて高圧燃料ポンプ 2 9 へ圧送される。低圧燃料通路 3 2 は、途中で分岐して補助燃料噴射弁 2 6 に接続されており、低圧燃料ポンプ 2 8 から吐出された燃料 3 0 の一部がこの分岐通路 3 2 a を通じて補助燃料噴射弁 2 6 に圧送される。

【 0 0 2 1 】

高圧燃料ポンプ 2 9 はエンジン 1 1 のカム軸（図示略）に駆動連結されている。この高圧燃料ポンプ 2 9 では、プランジャがカム軸に取付けられたカムの回転により 1 回転する毎に 2 回往復動され、燃料が吸入及び加圧（圧送）される。換言すると、高圧燃料ポンプ 2 9 では、各シリンダ 1 2 に対応して取付けられた主燃料噴射弁 2 3 から 2 回燃料噴射がなされる毎に燃料が 1 回加圧（圧送）される。また、高圧燃料ポンプ 2 9 では、電磁弁が加圧（圧送）行程中の最適なタイミングで閉じられることにより、必要な燃料が吐出される。この吐出された燃料は

、高圧燃料通路 3 4 を通じてデリバリパイプ 2 4 へ圧送される。なお、低圧燃料通路 3 2 は、リリース通路 3 5 により燃料タンク 3 1 に接続されている。リリース通路 3 5 に設けられた圧力調節弁 3 6 は、低圧燃料通路 3 2 内の燃料圧力が一定の値以上となった場合に開弁し、リリース通路 3 5 を通じて燃料を燃料タンク 3 1 に戻す。

【 0 0 2 2 】

各主燃料噴射弁 2 3 は開閉制御されることにより、デリバリパイプ 2 4 を通じて供給された高圧の燃料を、対応するシリンダ 1 2 内へ直接噴射する。主燃料噴射弁 2 3 は、特にエンジン始動時には、主燃料噴射弁 2 3 に供給される燃料圧力 P_F が所定値以上になることを条件に燃料噴射を開始する。本実施形態では、この所定値として目標燃料圧力 P_{Ft} が用いられている。目標燃料圧力 P_{Ft} は、主燃料噴射弁 2 3 に供給される燃料圧力の目標値であり、エンジン 1 1 の始動に適した燃料圧力、すなわち、燃料の噴射にともなう燃料圧力の低下にもかかわらず始動に必要な燃料の微粒化を確保できる燃料圧力である。そして、噴射された燃料は、シリンダ 1 2 内の空気と混ざり合って混合気となる。

【 0 0 2 3 】

一方、補助燃料噴射弁 2 6 は、主燃料噴射弁 2 3 だけでは確保しきれない低温始動時における要求燃料量を良好に確保するために設けられた噴射弁である。すなわち、低温時、特に極低温時においては、燃料の霧化が悪くなるため始動性が悪化する。これに加え、潤滑油の粘度が高いためフリクションが大きくなってクランキング回転速度が低くなる。このため、機械駆動式の高圧燃料ポンプ 2 9 では燃料圧力を十分に上げることができなくなる。その結果、主燃料噴射弁 2 3 だけでは、その開弁時間を如何に長くしても、要求燃料量の燃料をシリンダ 1 2 に供給しきれず、一層始動性が悪化してしまうおそれがある。

【 0 0 2 4 】

上記不具合を解消するために、エンジン始動時には、主燃料噴射弁 2 3 に加え前記補助燃料噴射弁 2 6 からも燃料噴射が行われる。すなわち、運転者によるスタータスイッチ 3 8 の操作に応じてスタータ 3 7 が作動（オン）されると、このスタータ 3 7 のオンと同時に補助燃料噴射弁 2 6 に通電が行われ、つまり、スタ

ータ 3 7 がオンされたことを条件に補助燃料噴射弁 2 6 から燃料噴射が開始される。なお、前記通電は機関温度に応じた時間行われる。そして、補助燃料噴射弁 2 6 からサージタンク 2 5 内に噴射された燃料は、サージタンク 2 5 内等で空気と混ざり合って混合気となる。この混合気は、各シリンダ 1 2 で吸気行程が行われる毎に吸気通路 1 7 の下流側へ移動してシリンダ 1 2 内に流入し、前記補助燃料噴射弁 2 6 の噴射燃料が前記主燃料噴射弁 2 3 の噴射燃料に加わる。なお、これらの噴射燃料を区別するために、主燃料噴射弁 2 3 からの噴射燃料を「主燃料」といい、補助燃料噴射弁 2 6 からの噴射燃料を「補助燃料」というものとする。

【 0 0 2 5 】

エンジン 1 1 には、点火プラグ 3 9 が各シリンダ 1 2 に対応して取付けられている。点火プラグ 3 9 には、点火コイル 4 1 を介してイグナイタ 4 2 が接続されている。イグナイタ 4 2 は点火信号に基づき点火コイル 4 1 の 1 次電流を断続する。この断続により点火コイル 4 1 の 2 次コイルに高電圧が発生し、点火プラグ 3 9 に点火する。そして、前記混合気は点火プラグ 3 9 の点火にともなう火花放電によって着火され、燃焼する。このときに生じた高温高圧の燃焼ガスによりピストン 1 3 が往復動され、クランク軸 1 5 が回転されてエンジン 1 1 の駆動力（出力トルク）が得られる。

【 0 0 2 6 】

車両には、エンジン 1 1 の運転状態を検出するために、各種センサが設けられている。例えば、クランク軸 1 5 の近傍には、そのクランク軸 1 5 が一定角度回転する毎にパルス状の信号を発生するクランク角センサ 4 5 が設けられている。クランク角センサ 4 5 の信号は、クランク軸 1 5 の回転角度であるクランク角、単位時間当たりのクランク軸 1 5 の回転速度であるエンジン回転速度 N E の算出等に用いられる。また、エンジン 1 1 には、冷却水の温度（冷却水温 T H W）を検出する水温センサ 4 6 が取付けられている。さらに、デリバリパイプ 2 4 には、その内部の燃料の圧力、すなわち、主燃料噴射弁 2 3 に供給される燃料の圧力（燃料圧力 P F）を検出する燃圧センサ 4 7 が取付けられている。そのほかにも多くのセンサがエンジン 1 1 等に取り付けられているが、ここでは説明を省略する

【 0 0 2 7 】

エンジン 1 1 の各部を制御するために、マイクロコンピュータを中心として構成された電子制御装置 (Electronic Control Unit : ECU) 5 1 が設けられている。ECU 5 1 では、中央処理装置 (CPU) が、各種センサ等からの信号に基づき、読出し専用メモリ (ROM) に記憶されている制御プログラムや初期データに従って演算処理を行い、その演算結果に基づいて各種制御を実行する。この演算処理に用いられる信号としては、前記クランク角センサ 4 5、水温センサ 4 6、燃圧センサ 4 7 を含む各種センサの検出値のほか、スタータスイッチ 3 8 の信号等が挙げられる。CPU による演算結果は、ランダムアクセスメモリ (RAM) において一時的に記憶される。

【 0 0 2 8 】

上記のようにしてエンジン 1 1 の燃料噴射制御装置が構成されている。次に、この燃料噴射制御装置によって行われる制御について説明する。図 2 は、エンジン 1 1 の始動時に主燃料噴射弁 2 3 の燃料噴射を制御するための「主燃料噴射制御ルーチン」を示すフローチャートであって、所定のタイミングで、例えば各気筒の主燃料噴射毎に実行される。

【 0 0 2 9 】

まずステップ 1 1 0 において、エンジン 1 1 の始動時であるかどうかを判定する。例えば、スタータスイッチ 3 8 の信号に基づき、エンジン始動時かどうかを判定する。この判定条件が満たされているとステップ 1 2 0 へ移行し、満たされていないと主燃料噴射制御ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 3 0 】

ステップ 1 2 0 では、主燃料噴射弁 2 3 からの燃料噴射が開始されているかどうかを判定する。例えば、主燃料噴射弁 2 3 から燃料噴射が開始されたときにフラグをセットするようにし、ステップ 1 2 0 では、前記フラグがセットされているかどうかを判定する。この判定条件が満たされていると後述するステップ 1 7 0 へ移行し、満たされていないとステップ 1 3 0 へ移行する。

【 0 0 3 1 】

ステップ 1 3 0 では、そのときの機関温度に応じた目標燃料圧力 P_{Ft} を算出する。機関温度としては、例えば水温センサ 4 6 によって検出される冷却水温 T_{HW} を用いることができる。ここで、冷却水温 T_{HW} を考慮して目標燃料圧力 P_{Ft} を算出するのは、要求される燃料噴射量が機関温度に応じて異なるからである。すなわち、機関温度が低下した状態でのエンジン始動時（冷間始動時）には噴射燃料の気化割合が低下することから、一般に、機関温度の上昇した状態での始動時（常温始動時）よりも多くの燃料噴射量が要求される。しかも、この要求燃料噴射量は機関温度が低くなるほど多くなる。多量の燃料が噴射されればそれにとまなう燃料圧力の低下幅も大きくなることから、その分、目標燃料圧力 P_{Ft} も高くすることが重要である。この点を考慮し、ステップ 1 3 0 では、燃料噴射量の増量と相関関係のある機関温度に基づき目標燃料圧力 P_{Ft} を算出する。この算出には、機関温度が低くなるに従い目標燃料圧力 P_{Ft} が高くなるようこれらの機関温度及び目標燃料圧力 P_{Ft} の関係が規定されたマップを参照してもよい。また、機関温度及び目標燃料圧力 P_{Ft} についての所定の演算式に従って目標燃料圧力 P_{Ft} を算出してもよい。

【 0 0 3 2 】

次に、ステップ 1 4 0 において、主燃料噴射弁 2 3 による主燃料噴射の開始条件が成立しているかどうかを判定する。具体的には、燃圧センサ 4 7 によって検出されたそのときの燃料圧力 P_F が、前記ステップ 1 3 0 で算出した目標燃料圧力 P_{Ft} 以上になっているかどうかを判定する。この判定条件が満たされている（ $P_F \geq P_{Ft}$ ）と次のステップ 1 5 0 へ移行し、満たされていない（ $P_F < P_{Ft}$ ）と主燃料噴射制御ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 3 3 】

ステップ 1 5 0 では、現時点（ステップ 1 4 0 の判定条件が満たされた時点）から、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまでに行われる高圧燃料ポンプ 2 9 の予測用圧送回数 ΔN を算出する。換言すると、高圧燃料ポンプ 2 9 であと何回送圧が行われると、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するかを求める。この算出は例えば次式（1）に従って行われる。

【 0 0 3 4 】

$$\Delta N = N_1 - N_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式(1)中、 N_1 は、補助燃料噴射弁26の燃料噴射開始からその補助燃料がシリンダ12内に到達するまでに行われる高圧燃料ポンプ29の圧送回数である。この圧送回数 N_1 は、例えば、吸気通路17において補助燃料噴射弁26からシリンダ12までの空間の容積を、1吸気行程当たりの行程容積で除算することによって求めることができる。 N_2 は、補助燃料噴射の開始以後、現時点までに行われた高圧燃料ポンプ29の圧送回数である。この圧送回数 N_2 としては、例えば、圧送が行われる毎にカウントアップするカウンタの値を用いることができる。

【0035】

次に、ステップ160において、主燃料噴射弁23による主燃料噴射がステップ150で算出した予測用圧送回数 ΔN に対応した回数分行われた場合、ここでは、1回の圧送に対して2回の主燃料噴射が行われることから、 $\Delta N \times 2$ 回の主燃料噴射が行われた場合の燃料圧力が許容値 α よりも低くなるかどうかを判定する。許容値 α は、主燃料噴射弁23での燃料噴射に最低限必要な燃料圧力であり、前記目標燃料圧力 P_{Ft} よりも低い値である。予測用圧送回数 ΔN に対応した回数分の主燃料噴射にともなう燃料圧力の低下は、2噴射1圧送当たりの燃料圧力の低下量と予測用圧送回数 ΔN との積によって求まる。このようにして、補助燃料のシリンダ12内到達までの期間 ΔT になされる主燃料噴射により燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなるか否かを予測している。そして、ステップ160の判定条件が満たされていると主燃料噴射制御ルーチンを一旦終了する。この場合、主燃料噴射弁23の燃料噴射は開始されない。一方、ステップ160の判定条件が満たされていないと、主燃料噴射弁23から主燃料を噴射させるべくステップ170～190の処理を行う。

【0036】

ステップ170では、補助燃料がシリンダ12内に到達したかどうかを判定する。例えば、高圧燃料ポンプ29で圧送が行われる毎にカウントアップするカウンタを用いて、補助燃料噴射の開始後の圧送回数をカウントし、そのカウント値と前記圧送回数 N_1 とを比較する。そして、カウント値が圧送回数 N_1 に一致し

ていれば補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達したと判定する。

【 0 0 3 7 】

前記ステップ 1 7 0 の判定条件が満たされていない（補助燃料未到達）と、ステップ 1 9 0 において、主燃料噴射弁 2 3 を所定の期間 T 1 開弁させて、通常の量の燃料を噴射させる。ここで、通常の量とは、エンジン始動時に要求される燃料量である。これに対し、ステップ 1 7 0 の判定条件が満たされている（補助燃料到達）と、ステップ 1 8 0 において、主燃料噴射弁 2 3 を前記期間 T 1 よりも短い期間 T 2 開弁させて、前記通常の量よりも少ない量、ここでは、エンジン始動時の要求燃料量から補助燃料量を減算した量の燃料を噴射させる。そして、前記ステップ 1 8 0, 1 9 0 の処理を経た後、主燃料噴射制御ルーチンの一連の処理を一旦終了する。

【 0 0 3 8 】

上述した主燃料噴射制御ルーチンでは、ECU 5 1 によって実行されるステップ 1 5 0, 1 6 0 の処理が予測手段に相当する。また、ステップ 1 8 0, 1 9 0 の処理が噴射開始手段に相当する。

【 0 0 3 9 】

図 3 (a) ~ (e) は、前述した一連の処理が行われた場合の燃料噴射制御装置の作用を示している。なお、図 3 (c) は、高圧燃料ポンプ 2 9 で圧送が行われる毎にステップ状に増加するポンプ圧送回数が、概念的に直線で示されている。同様に、図 3 (d) は、高圧燃料ポンプ 2 9 で圧送が行われる毎にステップ状に増加する燃料圧力 P F が、概念的に直線で示されている。

【 0 0 4 0 】

タイミング t 1 でスタータ 3 7 がオンされると、図 3 (a) に示すように補助燃料噴射弁 2 6 が開弁されて補助燃料の噴射が開始される。この開弁は、タイミング t 1 後、冷却水温 T H W に応じた補助燃料噴射弁 2 6 の開弁時間が経過するタイミング t 2 まで行われる。また、当初、主燃料噴射制御ルーチンでは、ステップ 1 1 0 → 1 2 0 → 1 3 0 → 1 4 0 → リターンの順に処理が行われる。このため、図 3 (e) に示すように、主燃料噴射弁 2 3 が閉弁され、主燃料が噴射されない。

【 0 0 4 1 】

タイミング t_1 以降、図 3 (b) に示すように補助燃料の飛行位置が、補助燃料噴射弁 26 からシリンダ 12 側へ変化する。また、高圧燃料ポンプ 29 の作動により図 3 (c) に示すように圧送回数が増加する。これにともない、図 3 (d) に示すように燃料圧力 P_F が上昇する。

【 0 0 4 2 】

タイミング t_3 で燃料圧力 P_F が目標燃料圧力 P_{Ft} に達すると、主燃料噴射制御ルーチンでは、ステップ 110 → 120 → 130 → 140 → 150 → 160 の順に処理が行われる。補助燃料がシリンダ 12 に到達するまでの期間（現時点 ~ t_4 の期間） ΔT になされる主燃料噴射にともなって、その期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなるか否かが予測される。この結果、図 3 (d) において一点鎖線で示すように、前記期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなる旨が予測されると、許容値 α よりも低くならない旨が予測されるまでステップ 160 → リターンの順に処理が行われる。この場合、図 3 (e) には図示されていないが、主燃料噴射弁 23 は開弁されず、主燃料が依然として噴射されない。

【 0 0 4 3 】

また、前記期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならない旨が予測されると、例えば図 3 (d) において二点鎖線で示すように、タイミング t_3 で燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならない旨が予測されると、その時点でステップ 160 の処理を経た後ステップ 170 → 190 → リターンの順に処理が行われる。その結果、補助燃料がシリンダ 12 に到達するタイミング t_4 よりも前には、ステップ 190 の処理により、主燃料噴射弁 23 が期間 T_1 にわたり開弁されて、通常の量の主燃料が噴射される。以後、主燃料噴射制御ルーチンでは、ステップ 110 → 120 → 170 → 180 又は 190 → リターンの順に処理が行われる。また、補助燃料がシリンダ 12 に達したタイミング t_4 以降には、ステップ 180 の処理により、主燃料噴射弁 23 が前記期間 T_1 よりも短い期間 T_2 にわたり開弁されて、前記通常の量よりも少ない量の燃料が噴射される。

【 0 0 4 4 】

なお、タイミング $t_3 \sim t_4$ の期間には複数の気筒にわたって主燃料の噴射が行われるが、図 3 (e) では、説明の便宜上主燃料噴射が 1 回のみ図示されている。

【0045】

以上詳述した本実施形態によれば、次の効果が得られる。

(1) 極低温でのエンジン始動時には多量の燃料が要求され、高圧燃料ポンプ 29 から吐出される燃料量よりも主燃料量が多くなって、燃料噴射開始後に燃料圧力 P_F の低下を招く場合がある。ここで、補助燃料がシリンダ 12 内に流入すると、その分主燃料量が少なくてすむことから、前記燃料圧力 P_F の低下を抑制できる。しかし、補助燃料がシリンダ 12 内に流入するタイミング t_4 までの期間は、補助燃料による分担がないため、主燃料噴射弁 23 に多量の燃料噴射が要求される。

【0046】

これに対し、本実施形態では、主燃料噴射の開始に際し、補助燃料がシリンダ 12 内に到達するまでの期間 ΔT になされる主燃料の噴射にともなって、その期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなるか否かを予測している（ステップ 150, 160）。

【0047】

そして、期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならない旨を予測する（ステップ 160 : NO）と、主燃料の噴射を開始するようにしている（ステップ 170 ~ 190）。すなわち、期間 ΔT において、主燃料噴射により燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなると予測した場合（ステップ 160 : YES）には、燃料圧力 P_F が目標燃料圧力 P_{Ft} に達していても主燃料噴射弁 23 による主燃料の噴射を開始しないようにしている。そのため、燃料圧力 P_F の低い燃料が主燃料噴射弁 23 から噴射されず、その噴射にともなう排気エミッションの悪化を抑制することができる。この場合、主燃料噴射が停止された状態で高圧燃料ポンプ 29 が駆動されるため、燃料圧力 P_F が速やかに上昇する。そして、主燃料噴射により燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならないと予測した場合（ステップ 160 : NO）に初めて主燃料噴射を開始するようにしている。この場合には

、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達していない状態で主燃料が噴射されたとしても、燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならない。そのため、燃料圧力 P_F の低い燃料が噴射されることによる前記不具合を回避することができる。

【 0 0 4 8 】

このように、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまでの期間 ΔT に燃料圧力 P_F が大きく低下してしまうのを防止することができる。そのため、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまでの期間において燃料圧力が大きく低下することによる排気エミッションの悪化を抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

また、仮に、補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまで主燃料噴射を一律に行わないようにした場合には、主燃料噴射の開始時期が遅くなる。しかし、本実施形態では、前述したように補助燃料がシリンダ 1 2 に到達する前に主燃料を噴射する場合もあるため、この開始時期の遅れを最小限に止めることができる。

【 0 0 5 0 】

(2) 現時点から補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまでに行われる高圧燃料ポンプ 2 9 の予測用圧送回数 ΔN を算出し、主燃料噴射がこの予測用圧送回数 ΔN に対応した回数分行われて燃料圧力 P_F が低下した場合に、その燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなるか否かを判定するようにしている。このように燃料圧力に関するパラメータとして高圧燃料ポンプ 2 9 の圧送回数（主燃料噴射弁 2 3 の噴射回数）を用いることで、燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くなるか否かを予測することができる。

【 0 0 5 1 】

(3) 補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達するまでは、エンジン始動時に要求される量の燃料を主燃料噴射弁 2 3 から噴射させるようにしている。この噴射は、前記期間 ΔT に燃料圧力 P_F が許容値 α よりも低くならない旨を予測したうえでの噴射である。そのため、この噴射にともない燃料圧力 P_F が低下するが、許容値 α よりも低くなることはなく、燃料圧力 P_F の低い燃料噴射による不具合を解消できる。

【 0 0 5 2 】

(4) 補助燃料がシリンダ 1 2 内に到達した後は、エンジン始動時に要求される燃料量よりも少ない量の燃料を主燃料噴射弁 2 3 から噴射させるようにしている。この際、補助燃料分を考慮して主燃料噴射弁 2 3 の噴射量を減量補正することにより、前記要求燃料量の燃料を気筒に過不足なく供給することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、本発明は次に示す別の実施形態に具体化することができる。

- ・補助燃料噴射弁 2 6 による補助燃料の噴射開始条件を前記実施形態とは異なるものに変更してもよい。例えば、機関温度がある値よりも低い状態でスタータ 3 7 がオンされたことを噴射開始条件としてもよい。また、スタータ 3 7 がオンされた後所定時間が経過することを噴射開始条件としてもよい。

【 0 0 5 4 】

- ・補助燃料噴射弁 2 6 による補助燃料の噴射終了条件を前記実施形態とは異なるものに変更してもよい。例えば、スタータ 3 7 がオンされてから所定時間が経過することを噴射終了条件としてもよい。

【 0 0 5 5 】

- ・本発明は、単一の補助燃料噴射弁 2 6 に限らず、複数の補助燃料噴射弁 2 6 から補助燃料を噴射するようにした筒内噴射式内燃機関に適用することもできる。なお、単一とした場合には、補助燃料を供給する手段の構成の簡略化、燃料供給制御の簡略化、コスト低減等の点で有利である。

【 0 0 5 6 】

- ・本発明は、補助燃料噴射弁 2 6 を吸気通路 1 7 のサージタンク 2 5 とは異なる箇所に配置した筒内噴射式内燃機関にも適用可能である。ただし、補助燃料噴射弁 2 6 がシリンダ 1 2 から離れるほど本発明により得られる効果が大となる。

【 0 0 5 7 】

- ・エンジン 1 1 の始動時の判定を、スタータスイッチ 3 8 の信号に加えエンジン回転速度 N_E に基づいて行うようにしてもよい。この場合、例えばスタータスイッチ 3 8 の信号が出力されてからエンジン回転速度 N_E がある値以上になるまでを始動時とする。

【 0 0 5 8 】

・前記実施形態では、燃料圧力 P_F として、燃圧センサ 47 による検出値を用いたが、高圧燃料ポンプ 29 の回転速度、圧送ストローク等の高圧燃料ポンプ 29 の運転状態等に基づいて推定した値を用いてもよい。

【0059】

・本発明は、筒内噴射式内燃機関であれば火花点火方式とは異なる方式の内燃機関にも適用可能である。

・目標燃料圧力 P_{Ft} を一定値としてもよく、また、機関温度に代えて又は加えて機関温度に相当する機関情報に基づき可変設定してもよい。この場合の機関情報としては、例えば、外気温、吸気温、油温等が挙げられる。

【0060】

・燃料圧力に関するパラメータとして、高圧燃料ポンプ 29 の圧送回数以外の要素を用いてもよい。

その他、前記各実施形態から把握できる技術的思想について、それらの効果とともに記載する。

【0061】

(A) 請求項 1 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記予測手段は、

前記補助燃料噴射弁の噴射燃料が筒内に到達するまでに行われる前記高圧燃料ポンプの予測用圧送回数を算出する圧送回数算出手段と、

前記主燃料噴射弁による燃料噴射が前記圧送回数算出手段による前記予測用圧送回数に対応した回数分行われた場合に、その燃料噴射にともない変化する燃料圧力が前記許容値よりも低くなるか否かを判定する判定手段とを含むものである。

【0062】

ここで、前記主燃料噴射制御ルーチンにおいて、ECU 51 によって実行されるステップ 150 の処理が圧送回数算出手段に相当する。また、ステップ 160 の処理が判定手段に相当する。

【0063】

上記の構成によれば、圧送回数算出手段では、補助燃料噴射弁からの噴射燃料

が筒内に到達するまでに行われる高圧燃料ポンプの予測用圧送回数が算出される。そして、判定手段では、主燃料噴射弁からの燃料噴射がこの予測用圧送回数に対応する回数分行われて燃料圧力が低下した場合に、その燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かが判定される。このように高圧燃料ポンプの圧送回数を用いることで、燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かを予測することができる。

【 0 0 6 4 】

(B) 請求項 1 又は上記 (A) に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置において、さらに、

前記噴射開始手段による前記主燃料噴射弁の燃料噴射開始後、前記補助燃料噴射弁からの噴射燃料が前記筒内に到達するまでは、機関始動時に要求される量の燃料を前記主燃料噴射弁から噴射させる到達前噴射制御手段を備える。

【 0 0 6 5 】

ここで、前記主燃料噴射制御ルーチンにおいて、ECU 51 によって実行されるステップ 170、190 の処理が到達前噴射制御手段に相当する。

上記の構成によれば、補助燃料噴射弁からの噴射燃料が筒内に到達するまでは、到達前噴射制御手段により主燃料噴射弁が制御される。この制御により、機関始動時に要求される量の燃料が主燃料噴射弁から噴射される。この噴射は、前記期間に燃料圧力が許容値よりも低くならない旨が予測されたうえでの噴射である。そのため、この噴射にともない燃料圧力が低下するが、許容値よりも低くなることはなく、燃料圧力の低い燃料噴射による不具合は起こらない。

【 0 0 6 6 】

(C) 請求項 1、上記 (A) 又は (B) に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料噴射制御装置において、さらに、

前記補助燃料噴射弁からの噴射燃料が前記筒内に到達した後は、機関始動時に要求される燃料量よりも少ない量の燃料を前記主燃料噴射弁から噴射させる到達後噴射制御手段を備える。

【 0 0 6 7 】

ここで、前記主燃料噴射制御ルーチンにおいて、ECU 51 によって実行されるステップ 170、180 の処理が到達後噴射制御手段に相当する。

上記の構成によれば、補助燃料噴射弁からの噴射燃料が筒内に到達した後は、到達後噴射制御手段により主燃料噴射弁が制御される。この制御により、機関始動時に要求される燃料量よりも少ない量の燃料が主燃料噴射弁から噴射される。この際、補助燃料噴射弁からの噴射燃料分を考慮して主燃料噴射弁の噴射量を減量補正することにより、前記要求燃料量の燃料を気筒に過不足なく供給することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を具体化した一実施形態についてその構成を示す略図。

【図 2】 主燃料噴射弁の燃料噴射を制御する手順を示すフローチャート。

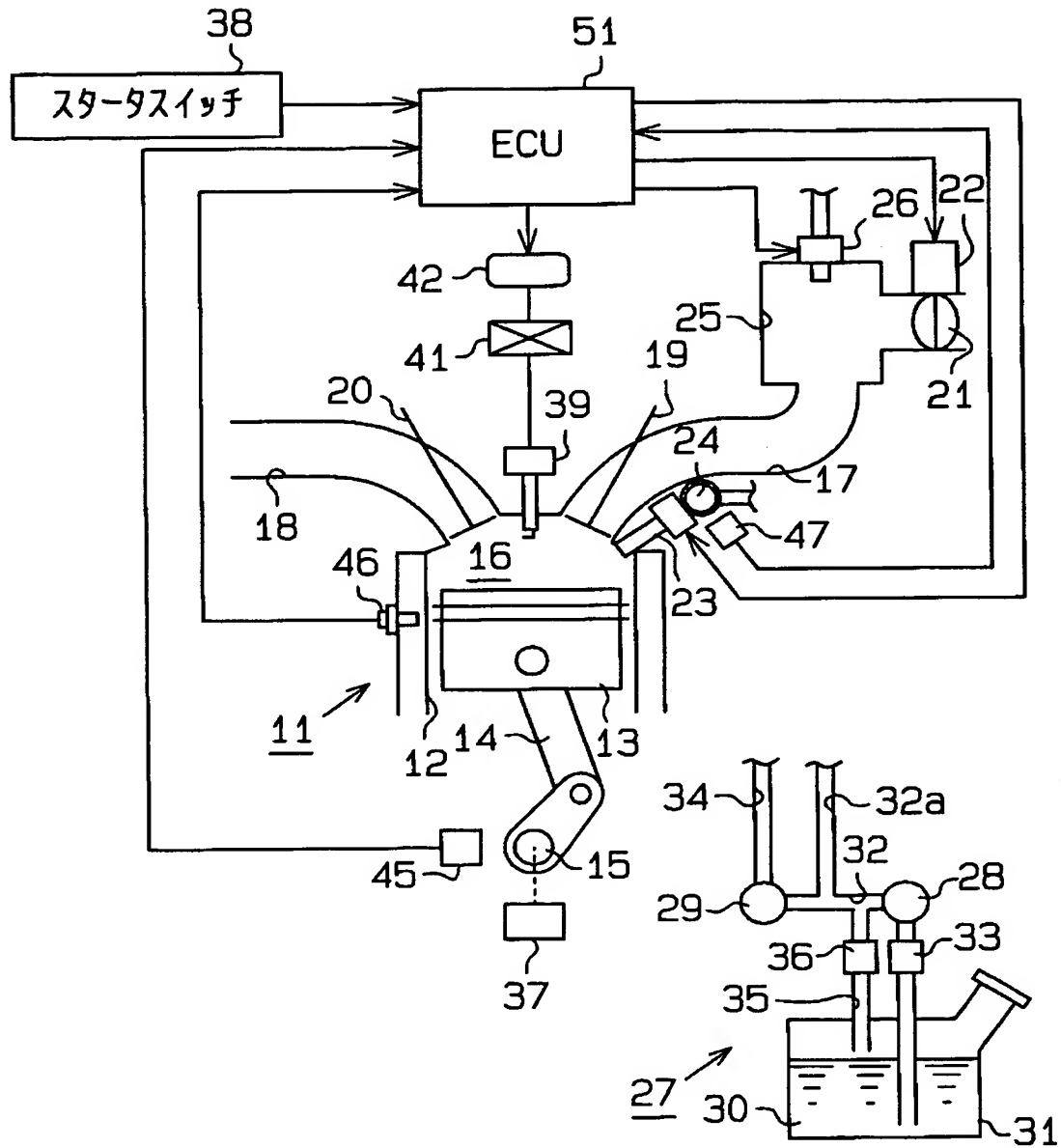
【図 3】 (a) ～ (e) は燃料噴射制御装置の作用を説明するタイミングチャート。

【符号の説明】

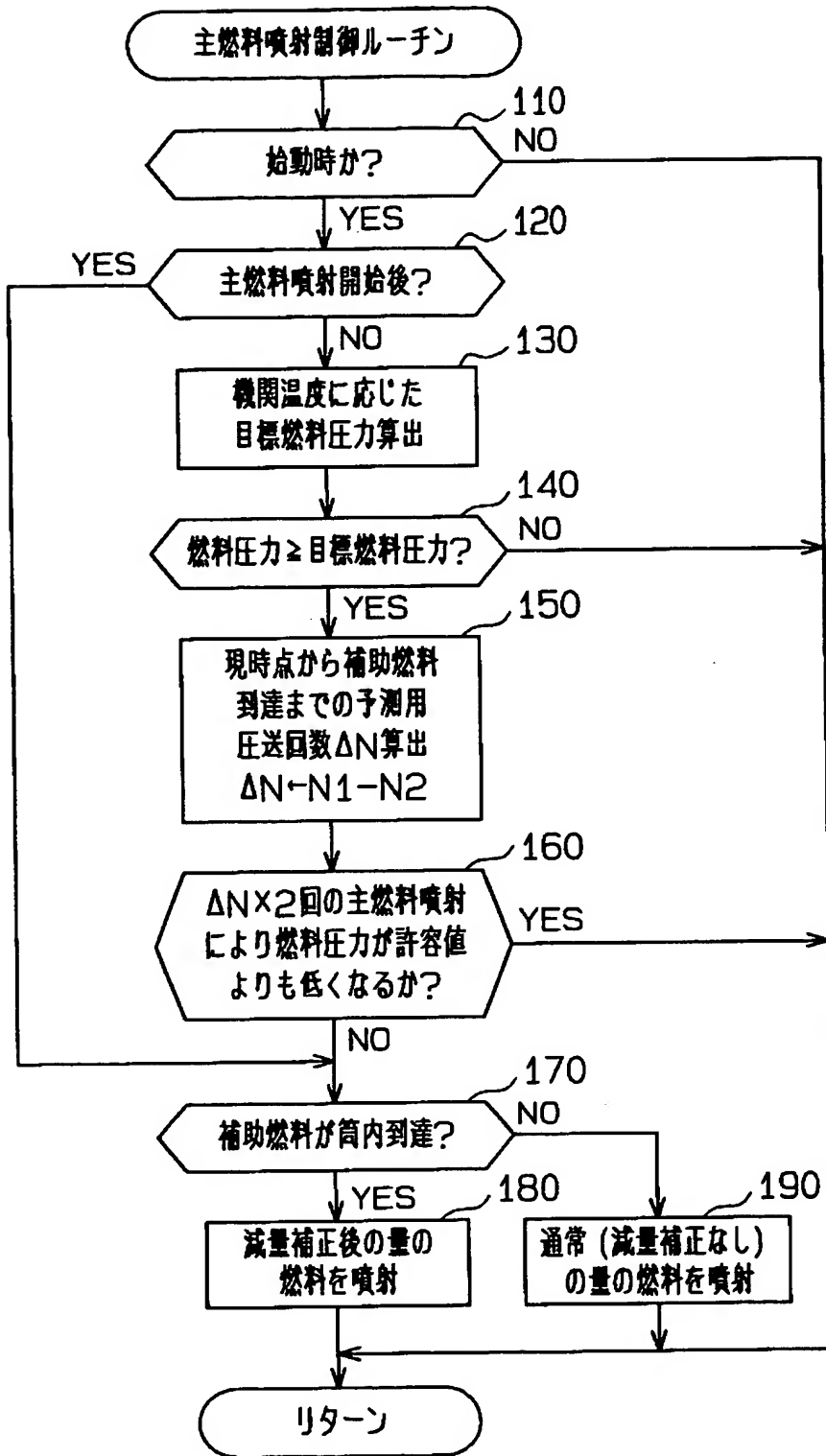
1 1 … 筒内噴射ガソリンエンジン（筒内噴射式内燃機関）、1 2 … シリンダ（気筒）、1 7 … 吸気通路、2 3 … 主燃料噴射弁、2 6 … 補助燃料噴射弁、2 9 … 高圧燃料ポンプ、3 0 … 燃料、5 1 … ECU（予測手段、噴射開始手段）、 ΔN 、 $N 1$ 、 $N 2$ … 圧送回数（燃料圧力に関するパラメータ）、 $P F$ … 燃料圧力、 $P F t$ … 目標燃料圧力（所定値）、 ΔT … 期間、 α … 許容値。

【書類名】 図面

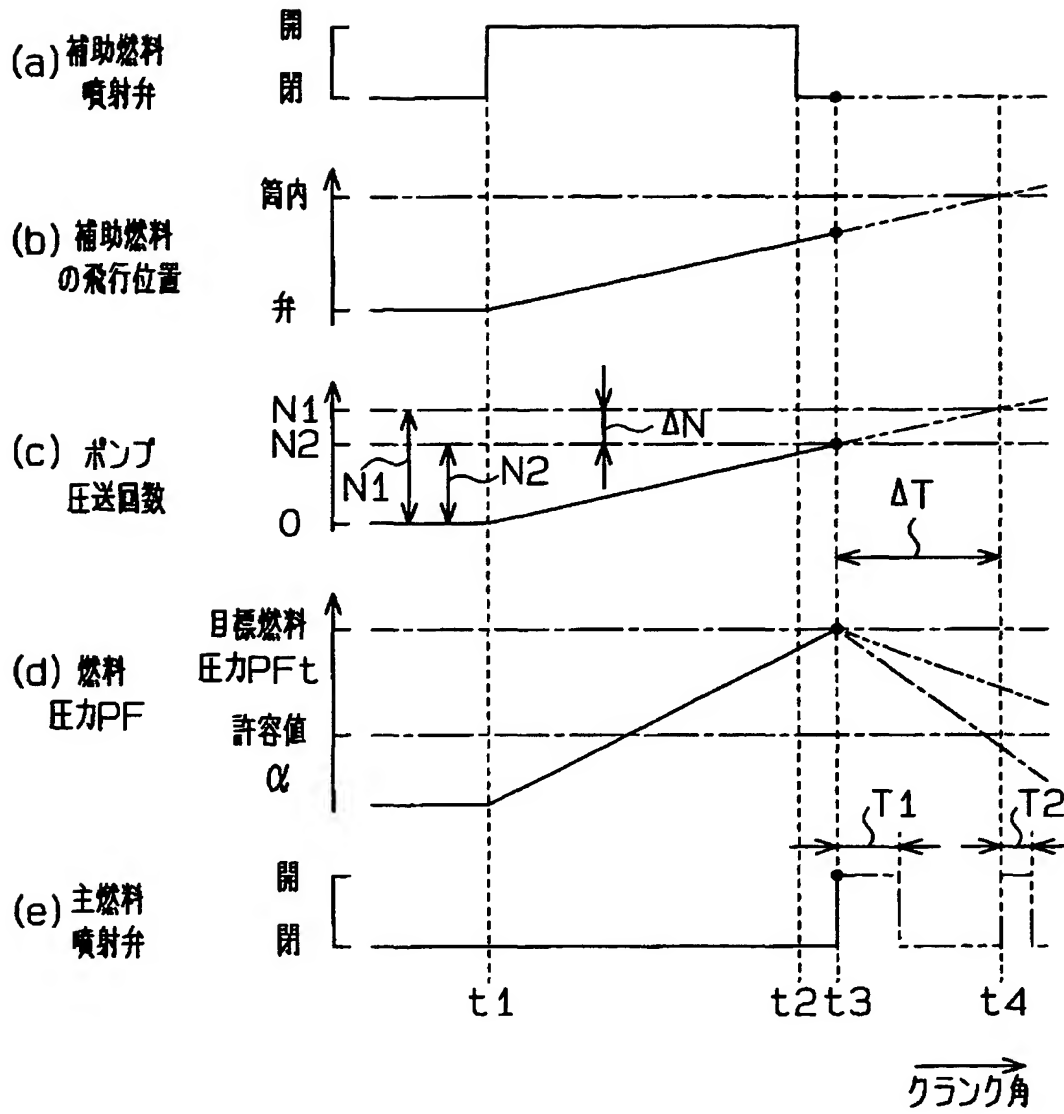
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 補助燃料噴射弁が燃料噴射を開始した後、その噴射燃料が筒内に到達するまでの期間において燃料圧力が大きく低下することによる排気エミッションの悪化を抑制する。

【解決手段】 燃料噴射制御装置は、エンジン始動時、主燃料噴射弁に供給される燃料圧力が所定値以上になったことを条件に、主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する。同制御装置は、燃料圧力に関係するパラメータに基づき、補助燃料噴射弁の噴射燃料が筒内に到達するまでの期間になされる主燃料噴射弁の燃料噴射にともなって、その期間に燃料圧力が許容値よりも低くなるか否かを予測する（ステップ150, 160）。そして、前記期間に燃料圧力が許容値よりも低くならない旨が予測されたとき（ステップ160：NO）、主燃料噴射弁の燃料噴射を開始する（ステップ180, 190）。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社